

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников  
по физике (2022 -2023 учебный год)  
9 класс (3 часа 50 минут)**

1. С угла квадратного плота размером 4х4 метра спрыгнул мальчик и обплыл плот, держась его бортов, вернувшись к тому же углу. За это время плот снесло течением на 12 м. Нарисуйте траекторию мальчика относительно плота и относительно берега. Найдите там и там длину пути мальчика. Рекомендуемый масштаб: 1 м длина одной клетки.

Возможное решение

За все время мальчик проплыл по периметру 16 м, а лодку снесло на 12 м, поэтому скорость мальчика больше скорости течения в отношении 16:12 или 4:3.

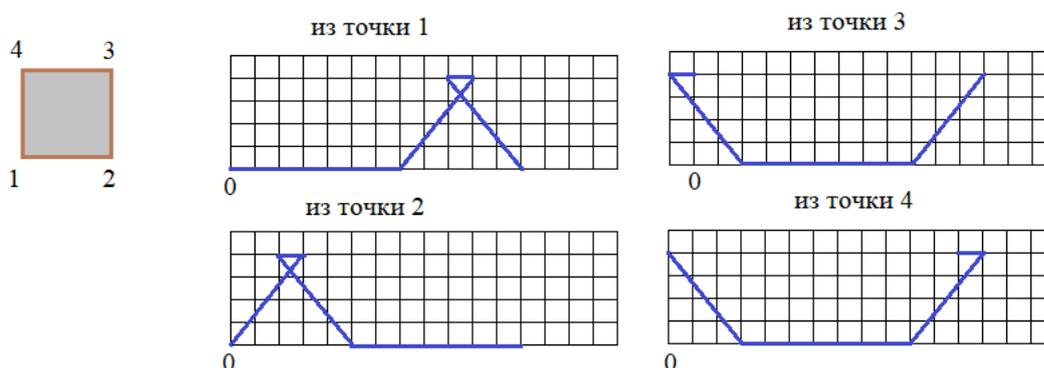
Траектория относительно плота будет повторять форму плота, т.е. иметь форму квадрата. Длина траектории - 16 м.

Возможные траектории мальчика относительно берега представлены на рисунке.

Вид траектории зависит от выбора угла отплытия (см. рис.)

При перемещении перпендикулярно течению длина пути будет равна:

$$L_{23} = L_{41} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ клеток.}$$



Длина траектории движения мальчика относительно берега:

$$L = 7 + 5 + 1 + 5 = 18 \text{ м.}$$

№	Критерии оценивания	Баллы
---	---------------------	-------

1	Установлено, отношение скорости мальчика к скорости плота	1
2	Определена форма траектория относительно плота	1
3	Определена длины траектории 16 м	1
4	Найдена форма траектория для одного из углов	2
5	За каждую последующую найденную траекторию	по 1
6	Найдена длина траектории 18 м	2

2. стакан до краёв наполнен солёной водой. При этом на поверхности плавает пресный лёд массой  $m=100$  г. Какой объём воды выльется из стакана к моменту, когда лёд растает? Плотность пресного льда  $\rho_{пл.} = 0,9$  г/см<sup>3</sup>, плотность солёного льда  $\rho_{сл} = 0,95$  г/см<sup>3</sup>, плотность пресной воды  $\rho_в = 1$  г/см<sup>3</sup>. Изменением суммарного объёма при смешивании двух жидкостей пренебречь.

Возможное решение

Условие плавания пресного льда в соленой воде:

$$m = \rho_{св} V_{ногр1} = \rho_{пл} V_1 = 0,9V_1, \quad (1)$$

где  $V_1$  объём пресного льда.

Условие плавания соленого льда той же массы в соленой воде:

$$m = \rho_{св} V_{ногр2} = \rho_{сл} V_2 = 0,95V_2 \quad (2)$$

где  $V_2$  объём соленого льда.

Разность между объемами пресного и соленого льда:

$$\Delta V_{л} = (V_1 - V_2) = m(1/0,9 - 1/0,95) \quad (3)$$

Этот лишний объём превратится в пресную воду и выльется. Массы излишков льда и воды будут одинаковы:

$$\Delta m_l = \Delta m_в. \text{ или } \rho_{пл} \cdot \Delta V_{л} = \rho_в \Delta V_в \quad (4)$$

Откуда получаем:

$$\Delta V_в = \Delta V_{л} \cdot \rho_{пл} / \rho_в \quad (5)$$

Подставляем численные значения:

$$\Delta V_в = 100 ((1/0,9) - (1/0,95)) (0,9/1) = 5,26 \text{ см}^3.$$

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Условие плавания пресного льда в соленой воде	2
2	Условие плавания соленого льда в соленой воде	3
3	Записано условие (3) для $\Delta V_{\text{л}}$	2
4	Формула (5) для $\Delta V_{\text{в}}$	2
5	Правильный численный результат	1

3. Твёрдый стержень движется по горизонтальному столу. В определённый момент времени скорость одного конца стержня  $V_1 = 5$  м/с, а скорость другого  $V_2 = 4$  м/с и она направлена вдоль оси стержня (см. рисунок). Определите для этого момента времени скорость середины стержня.



Возможное решение

Так как стержень твердый все точки вдоль стержня имеют одну и ту же скорость 4 м/с.

Скорость точки А, перпендикулярная стержню, по теореме Пифагора равна  $(25 - 16)^{1/2} = 3$  м/с.

Такая же скорость будет и для точки В, но в два раза меньше 1,5 м/с.

По теореме Пифагора скорость точки В равна  $(2,25 + 16)^{1/2} = 4,3$  м/с.

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Все точки вдоль стержня одинаковую скорость	3
2	Найдена скорость точки А, перпендикулярная стержню	3
3	Найдена перпендикулярная скорость точки В	2
4	Найдено численной значение скорости точки В	2

4. Небольшой груз в воздухе висит на пружине. Когда этот груз на той же пружине полностью погружают в воду, то величина деформации пружины остаётся прежней. Определите плотность материала груза. Плотность воды  $1000$  кг /м<sup>3</sup>.

Возможное решение

Когда пружина висит в воздухе и она растянута:  $F_{\text{упр}} = mg$ . (1)

На погруженную в воду тело действуют силы:

$$F_{\text{упр}} = F_A - mg, \quad (2)$$

где  $F_A$  – сила Архимеда. Условие равновесия будет выполняться, если пружина сжата.

Так сжатие пружины одинаковое в обоих случаях, то сила упругости и в первом, и во втором случае будет одинаковой. Тогда

$$mg = F_A - mg \quad (3)$$

и

$$2mg = F_A \text{ или } 2\rho_m gV = \rho_e gV. \quad (4)$$

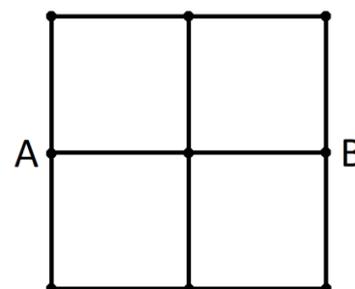
С учетом, что плотность воды  $\rho_e = 1000 \text{ кг/м}^3$ , получаем

$$\rho_T = 500 \text{ кг/м}^3 \quad (5)$$

Ответ:  $500 \text{ кг/м}^3$ .

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Записано условие (1)	2
2	Записано условие (2)	2
3	Определено, что, если груз погрузить в воду, то пружина будет <i>сжата</i> с такой же по величине силой упругости	2
4	Получено выражение (4)	2
5	Получен правильный ответ	2

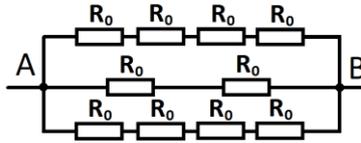
5. Сопротивление проволочного контура, показанного на рисунке, между точками  $A$  и  $B$  равно  $R = 10 \text{ Ом}$ . Известно, что расстояние между этими точками  $2 \text{ м}$ . Найдите сопротивление  $R_0$  одного метра проволоки, из которой сделан контур.



Возможное решение

Напряжение на средних вертикальных перемычках равно нулю.

Эквивалентная схема ( $R_0$  – искомая величина).



Сопротивление эквивалентной схемы:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{4R_0} + \frac{1}{2R_0} + \frac{1}{4R_0} = \frac{1}{R_0}$$

Ответ:  $R_0 = 10 \text{ Ом}$

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Напряжение на средних вертикальных перемычках равно нулю	4
2	Нарисована эквивалентная схема	4
3	Найден правильный численный ответ	2